1896
Louis Medical Library

Die Bestimmung der Kohlehydrate

(Zucker, Stärke, Dextrin)

in beliebten Nahrungs- u. Genussmitteln vermittelst einer leicht ausführbaren Methode.

Ein Beitrag zur rationellen Ernährung von Zuckerkranken.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt der

hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. bayr. Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

im Dezember 1896

von

Franz Grommes

aus Köln.

Erlangen.

K. b. Hof- u. Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).

1897.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät zu Erlangen.

Referent: Herr Professor Dr. Fr. Penzoldt.

Promotionsprüfung am 1. Dezember 1896.

Seiner teuren Mutter

und dem

Andenken seines verstorbenen teuren Vaters

in

Liebe und Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser.

Die folgenden Untersuchungen sind auf Veranlassung und mit freundlicher Unterstützung des Herrn Professor Dr. Fleischer im Laboratorium der medizinischen Klinik zu Erlangen angestellt worden.

Im Anschluss an eine Dissertation von L. Lewinski: „Über den Zuckergehalt der vorwiegend zur Brodfabrikation verwendeten Mehle, sowie der aus ihnen dargestellten Backwaren mit besonderer Berücksichtigung derselben für ihre Auswahl beim Diabetes mellitus," veranlasste mich Herr Professor Dr. Fleischer, die für die Diätetik des Diabetikers so hochwichtige Frage auch durch die Untersuchung einiger Nahrungsmittel, die bei der Ernährung von Gesunden und Kranken, namentlich der an Diabetes mellitus leidenden Kranken, eine bedeutende Rolle spielen, der Lösung etwas näher zu bringen.

Früher schon hatte ein Kollege Namens Arthur Seiler aus Seifhennersdorf auf Anregung des Herrn Prof. Fleischer eine Reihe von Untersuchungen zu diesem Zwecke angestellt, die nachstehend mitgeteilt werden. Leider war es dem überaus fleissigen und gewissenhaften Kollegen nicht vergönnt, die Resultate seiner mit grossem Eifer begonnenen und ausgeführten Untersuchungen in seiner Doktordisserdation zu publizieren, da er kurz vor dem Staatsexamen einem schnell fortschreitenden Lungenleiden erlegen ist.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Therapie des unter dem Namen „Diabetes mellitus" bekannten Krankheitsbildes eine sehr schwierige ist, einmal, weil man bis heute über das eigentliche Wesen und die letzte Ursache dieser eigentümlichen Krankheit trotz gewissenhaftester und genauester Untersuchung und Forschung noch vollständig im Unklaren ist; dann weil die Krankheit in so mannigfacher und verschiedener Form

auftritt. Hat man bei dem einen Patienten durch Beobachtung einer gewissen Therapie gute Erfolge erzielt, so lässt einen die selbe Behandlung bei dem zweiten Patienten vollständig im Stiche Berge von Litteratur haben sich angehäuft, in denen die Therapie des Diabetes mellitus in erschöpfendster Weise behandelt wird und doch hat man bis heute noch kein Specificum gegen die Krankheit entdecken können, welches allen Ansprüchen genügte

Seit einer Reihe von Jahren hat man mit „Seegen“ zwe Formen des Diabetes mellitus unterschieden, und zwar eine leichtere und eine schwerere Form: bei einer Anzahl von Kranken vornehmlich den mit langsam sich entwickelnder Krankheit, die in ihrer Konstitution noch nicht erheblich heruntergekommen sind führt die gänzliche Abstinenz von zucker- und stärkemehlhaltige Nahrung entweder zu einer Abnahme oder zu völligem Schwun der Zuckerausscheidung und der übrigen Symptome der Krank heit. Bei einer andern Reihe von Kranken, und dies sind meis die vorgerückteren, plötzlich oder wenigstens sich schneller ab spielenden Fälle ist die Einhaltung einer absoluten Fleischdiä ohne, oder nur von geringem Einfluss auf die Ausscheidung de Zuckers und damit auf den übrigen Verlauf der Krankheit. O dieser Unterschied zu Recht besteht und ob es sich hier nich blos um dasselbe pathologische Bild handelt, das von einen leichteren initialen allmählich in ein schwereres terminales Stadium übergeht, wagt Schreiber dieses nicht zu entscheiden. Jeden falls ist dieser Übergang oft direkt beobachtet worden, und e ist also für die Therapie von grossem Werte, möglichst früh die Diagnose sicher zu stellen, um ein Fortschreiten und darum die Therapie erschwerendes Moment der Krankheit zu verhindern.

Was nun den Einfluss einer reinen Fleischdiät oder de Opiate auf die Zuckerausscheidung im Harn anbelangt, so is man sich heute darüber klar, dass dies Massregeln sind, welch die Kranken auf die Dauer nicht ertragen können. Ja dies Therapie führt in vielen Fällen mehr Nachteile mit sich, als si Vorteile bringt. Denn, was hilft es dem Patienten, bei strenge Fleischdiät zwar seinen Zucker zu verlieren, dabei aber an Ge wicht abzunehmen und in seinem Kräftezustand mehr und meh herunterzukommen? Und mit Recht sagt „Dickinson“ vom Opiun und verwandten Stoffen, seine Anwendung habe durch die dami

verbundenen unausbleiblichen Nachteile bisher mehr Patienten getötet, als geheilt. (C. A. Ewald.)

Betreffs der sogenannten Diabetesdiät, also der reinen Fleischdiät, ist noch Folgendes zu bemerken: Ursprünglich von „Rollo“ ohne Kenntnis der chemischen Beziehungen zwischen dem Harnzucker und der Nahrung mit grossem Erfolge in die Praxis eingeführt und von „Cantani“ lebhaft befürwortet, hat man mit zunehmender Erkenntnis des Chemismus der Zuckerbildung die Theorie von der Schädlichkeit der Kohlehydrate ausgebildet, ohne zu beachten oder zu wissen, dass auch aus den Eiweisskörpern bei ihrer Zerlegung Glycogen respektive Zucker gebildet werden kann. (Schwere Form des Diabetes mellitus.) Es ist nun aber keine Thatsache bekannt, die darauf hinwiese, dass dieses Glycogen, respektive Zucker, sich in irgend einer Weise von dem aus Kohlehydraten gebildeten unterschiede. Claude-Bernard sagt geradezu: „inwieweit und wie direkt der Zucker Diabeteskranker von der Nahrung abhängt und durch dieselbe beeinflusst wird, ist eine Frage, die sich heute noch nicht lösen lässt“; und infolge dessen müsse er die exklusive und auf die Spitze getriebene Diabetesdiät missbilligen und verwerfen. Also es ist sicher, dass selbst die strenge Diabetesdiät nur einen Teil, allerdings den grössten Teil der Zuckerbildner abschneidet und dadurch die Quelle des Zuckers zwar beschränkt, aber nicht aufhebt. Wenn man berechnen würde, wie viel Glycogen respektive Zucker aus dem Eiweiss, welches ein Diabetiker, dessen Zucker bei reiner Fleischdiät geschwunden ist, zu sich nimmt, gebildet werden kann, und würde ihm nun die entsprechende Menge Kohlehydrate geben, so müsste auch dann die Zuckerausscheidung inhibiert bleiben. Die Resultate, welche „von Düring“ mit einer gemischten, aber sehr knapp bemessenen Diät erhalten hat, zeigen, dass die absolute Entziehung der Kohlehydrate, speziell des Brodes, zum wenigsten in den leichten und mittleren Fällen von Diabetes eine unnütze Grausamkeit ist, deren man sich dem armen Diabetiker gegenüber schuldig macht. Es kommt nur darauf an, das Verhältnis zwischen animalischer und vegetabilischer Diät so zu wählen, dass die Zufuhr von Zuckerbildnern dem Masse entspricht, welches der Organismus bewältigen kann. Unsere Aufgabe soll es freilich sein, die Glycosurie, soweit sich dies durch die Art der Nahrung erreichen lässt, herabzusetzen

respektive zum Schwinden zu bringen, denn die Zuckerausscheidung ist für uns das greifbare Symptom, nach dem wir die Schwere und den Verlauf der Krankheit abmessen. Aber es fragt sich, ob wir dies Ziel auf Kosten des Gesamtbefindens des Kranken erreichen und unter allen Umständen erzwingen sollen, oder ob wir eine geringe Zuckerausfuhr in den Kauf nehmen dürfen, wenn wir dafür ein gesteigertes Wohlbefinden und keine erkennbare Schädigung des Patienten eintauschen. (C. A. Ewald.)

v. Strümpell-Erlangen steht auf demselben Standpunkte. Er sagt in seiner „Speziellen Pathologie und Therapie der innern Krankheiten“ 1895. II. S. 575: „Was die Zufuhr von Kohlehydraten betrifft, so betonen wir, dass wir uns der Meinung derjenigen Ärzte, welche in einem strengen völligen Verbot der Kohlehydrate alles Heil bei der Diabetesbehandlung erblicken, nicht anschliessen können. Vielmehr glauben wir nach unsern Erfahrungen, dass ein geringer Genuss von Kohlehydraten den Diabetikern keineswegs schadet, während eine ausschliessliche Fleisch- und Fettdiät das Allgemeinbefinden der Kranken zuweilen nicht unerheblich beeinträchtigt. Überhaupt soll die Diät der Diabetiker nicht nach einer allgemeinen Regel, sondern nach den besondern Verhältnissen des einzelnen Falles (Konstitution, Ernährungszustand, Grösse der Zuckerausscheidung und dergleichen) bestimmt werden.

Im Vorhergehenden dürfte bewiesen sein, dass man heute auf dem Standpunkte steht, wenigstens in den leichten und mittleren Fällen von Diabetes mellitus ein gewisses Mass von Kohlehydraten zu gestatten, und zwar einmal, um den Patienten in Bezug auf sein Allgemeinbefinden bei Kräften zu erhalten, dann aber auch, um ihm Abwechselung in der sonst einseitigen Diät zu bieten und ihm nicht die Nahrungsmittel zu entziehen, die bekanntermassen die an Diabetes mellitus Leidenden sehr schmerzlich vermissen, wie Brod und dergleichen. Es fragt sich nun, wie kann der behandelnde Arzt dies am zweckmässigsten erreichen? Vor allen Dingen gehört zur erfolgreichen Durchführung dieser Therapie eine genaue Kenntnis der Nahrungsmittel in Bezug auf ihren Gehalt an Kohlehydraten und zwar solcher Kohlehydrate, die für den Diabetiker direkt schädlich sind, wie Zucker (Dextrose), Stärke uud Dextrin. Im allgemeinen kennt man den Gehalt der Nahrungsmittel an diesen

Kohlehydraten. Doch sind die gefundenen Resultate deshalb für den Praktiker von zweifelhaftem Werte, weil sie einerseits nicht immer ganz bestimmte Sorten von Nahrungsmitteln, sondern Gruppen derselben umfassen und andererseits der Gehalt bestimmter Nahrungsmittel, weil vom Boden, Klima, Witterung und Zubereitung abhängig, in verschiedenen Gegenden verschieden ist. Gerade diese Umstände erschienen mir hinreichend, um im Folgenden zu versuchen, eine einfache und leichte Methode zur quantitativen Untersuchung der Nahrungsmittel auf diese schädlichen Kohlehydrate zu geben, eine Methode, die jeder praktische Arzt bei einiger Übung mit den einfachsten Apparaten leicht und sicher ausführen kann.

Von den mannigfachen Nahrungsmitteln, die mir zu Gebote standen, habe ich auf Rat des Herrn Professor Dr. Fleischer und nach Vorgang des Eingangs erwähnten verstorbenen Herrn cand. med. Seiler Bier und andere Alcoholica, Obst und Gemüse auf Zucker (Dextrose) und als Erweiterung und Ergänzung der in der Einleitung angeführten Dissertation von L. Levinski auch die verschiedenen Mehle und Brodsorten auf Stärke und Dextrin quantitativ untersucht.

Zur Bestimmung des quantitativen Zuckergehaltes habe ich mich bei allen Untersuchungen ausnahmslos des Fleischerschen Apparates bedient, der bei leichter und bequemer Handhabung sehr sichere Resultate ergiebt. Der genannte Apparat basiert auf dem Prinzip der Zersetzung des Traubenzuckers durch Hefe, durch die derselbe in Alcohol und Kohlensäure zerlegt wird. Alle Untersuchungen haben das gemeinsam, dass die schädlichen Kohlehydrate zunächst in Dextrose umgewandelt und dann die erhaltene Dextrose quantitativ bestimmt wurde.

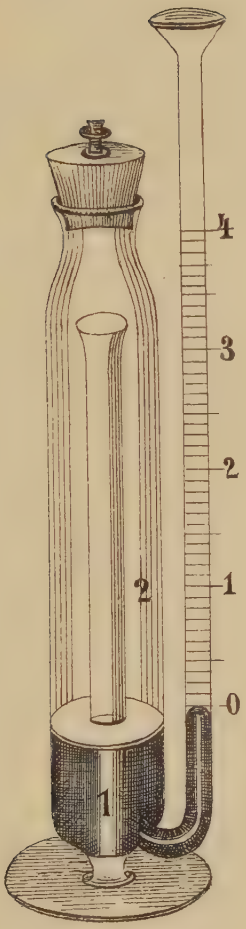
I.

Beschreibung des Fleischerschen Apparates im Anschluss an die beigegebene Figur und Gang der Untersuchung der Flüssigkeiten auf Traubenzucker.

Bevor man die quantitative Bestimmung des Zuckers in einer zu untersuchenden Flüssigkeit ausführt, empfiehlt es sich, ungefähr zu konstatieren, ob dieselbe grössere oder mittlere Mengen von Zucker enthält, da im erstern Falle die Flüssigkeit zweckmässig vor der Einfüllung in den Apparat mit destilliertem Wasser

verdünnt wird. Zeigt die eventuell mit Tierkohle entfärbte Flüssigkeit bei stärkerem Kochen mit Kali- oder Natronlauge eine braune bis braunschwarze Färbung, so verdünnt man dieselbe mit der gleichen respektive doppelten Menge destillierten Wassers. Giebt die Flüssigkeit bei der Kalikochprobe nur gelbe oder ganz schwache Braunfärbung, so ist die Verdünnung mit Wasser unnötig. Um von dem wechselnden Barometerdruck und den Schwankungen der Temperatur unabhängig zu sein, wird dem Apparat zur quantitativen Zuckerbestimmung ein ganz gleicher beigefügt, der in der gleichen Weise wie der erste statt mit der zu untersuchenden Flüssigkeit mit einer 1%igen Traubenzuckerlösung gefüllt wird. Diese Lösung, die jeder Apotheker anfertigen kann und die 1% Zucker (1 Ccm = 0,01 Dextrose) enthalten soll, muss alle drei bis vier Wochen neu angefertigt und in einem dunklen Glase an einem kühlen Orte aufbewahrt werden.

Die Untersuchung wird nun in folgender Weise ausgeführt: Man füllt in beiden Apparaten den mit 1 bezeichneten Raum (s. Abbildung) mit reinem metallischem Quecksilber bis zur Marke 0. Von der zu untersuchenden Flüssigkeit wird jedesmal 1 ccm (bei Verdünnung mit destilliertem Wasser entspricht dies einem $^1/_2$ ccm) in ein kleines Bechergläschen gebracht, dann werden ca. 2 Gramm frische Presshefe hinzugefügt und 20 ccm lauwarmen Wassers hinzugesetzt. Die ganze Menge wird dann möglichst vollständig in den Raum 2 des Zuckerbestimmungsapparates gebracht und der im Bechergläschen etwa noch vorhandene Rest mit wenig Wasser in den Apparat hinübergespült. Dann wird der Apparat mit dem Gummikork, dessen Schraube anfangs noch gelöst ist, verschlossen und durch die Anziehung der Schraube völlig luftdicht abgeschlossen. In ganz gleicher Weise wird der Kontroll-Apparat gefüllt, nur dass statt des 1 ccm der untersuchenden Flüssigkeit 1 ccm der 1%igen Zuckerlösung zu verwenden ist. Beide Apparate werden dann an einen warmen Ort gestellt und bleiben 24 Stunden bei einer Temperatur von ungefähr 38—40° Celsius ruhig stehen. Die gebildete Kohlensäure steigt als Gas in den obern Teil des Cylinders und übt einen Druck auf die Quecksilbersäule aus. Entsprechend der gebildeten Kohlensäuremenge, die wiederum von dem Zuckergehalte der betreffenden Lösung abhängig ist,



Lith. Eisenhardt, Erlangen.

steigt das Quecksilber mehr oder weniger über den Nullpunkt hinaus. Durch Vergleichen des Quecksilberstandes in beiden Röhren bestimmt man leicht den Zuckergehalt der zu untersuchenden Flüssigkeit. Steht z. B. das Quecksilber im Apparat doppelt so hoch, als im Kontrollapparat, in dem 1 ccm 1%ige Zuckerlösung sich befindet, so enthält die Flüssigkeit 0,02 Gramm also 2% Zucker.

Auf diese Art wurde der Zuckergehalt folgender Flüssigkeiten ermittelt. Die mit einem Sternchen versehenen Zahlen sind die durch die Untersuchungen des Herrn cand. med. Seiler ermittelten Resultate:

Hübners-Bier (Erlangen)	1,576*	— 1,438%
Münchner Salvator		2,765%
Lichtenhainer	0,423*	— 0,476%
Reifsches Bier	1,863*	— 1,754%
Kulmbacher Bier	0,913*	— 0,944%
Malaga (Poliklinik)	11,73*	—12,64%
Ruster Ausbruch (Adlerapotheke)		18,96%
Achaia (Scholl)		23,45%
Cognac (Scholl)	1,72*	
Cognac (Reuel)		1,43%
Ital. Rotwein	0,63*	
Wachenheimer (Klinik)	0,87*	— 0,643%
Niersteiner (Rimrod)	0,56*	— 0,479%
Bordeaux (Scholl)	1,71*	— 0,842%
Barletta	0,76*	
Sherry (süss)	2,56*	— 2,853%
Sherry (herb)	1,12*	— 1,34%
Portwein (weiss)	4,56*	— 4,71%

Vorstehende Zahlen sind das arithmetische Mittel aus den Resultaten von je drei Untersuchungen: z. B. Sherry (süss)

Versuch	I.	II.	III.	
1 ccm =	0,0286	0,03	0,027	I. 2,86
10 ccm =	0,286	0,3	0,27	II. 3,00
100 ccm =	2,86	3,0	2,7	III. 2,7

I. + II. + III. = 8,56

1 = 2,853.

II.

Gang der quantitativen Untersuchung auf Zucker der festen Nahrungsmittel.

Vor der quantitativen Zuckerbestimmung wurde jedesmal zuerst die qualitative Untersuchung ausgeführt und zwar vermittelst der Trommerschen und Nylanderschen Probe. Eine kleine Menge des zu untersuchenden Gegenstandes z. B. roher Kartoffeln versetzte ich in feingeschabtem Zustande mit ungefähr 20 ccm destillierten Wassers und liess dieses Gemisch einige Stunden bei einer Temperatur von ca 35° Celsius stehen; darauf untersuchte ich das Filtrat qualitativ auf Traubenzucker. Fiel die Probe positiv aus, so schloss ich die quantitative Zuckerbestimmung an:

Es wurden von den Kartoffeln eine gewisse Menge, etwa 30—40 Gramm geschält, feingeschabt und mit etwa 100 cbcm destillierten Wassers versetzt und einige Stunden bei 35—40° C. stehen gelassen. Dann wurde filtriert und der Rückstand von neuem mit etwa 75—100 cbcm Wasser versetzt. Dieser Prozess wurde solange wiederholt, bis die qualitativen Proben negativ ausfielen. Nun enthielten die erhaltenen Filtrate den gesamten Zuckergehalt der in Arbeit genommenen Menge Kartoffeln, deren Gewicht ja bekannt war. Es wurde nun die Menge des Filtrates bestimmt und davon wieder ein gewisses Quantum nach der unter I. angegebenen Methode quantitativ auf Zucker bestimmt. Durch Umrechnen der gefundenen Zuckermenge auf 100 Gramm geschälter Kartoffeln erhielt ich dann den genauen Zuckergehalt.

Bei diesem Gang der Untersuchung entstand aber eine Fehlerquelle insofern, als bei der jedesmaligen qualitativen Zuckerprobe dem Filtrat eine gewisse Menge der Lösung entzogen wurde, die natürlich auch eine bestimmte Menge Zucker enthielt. Um daher ein genaues Resultat zu erhalten, wurde noch ein zweites Quantum Kartoffeln von demselben Gewichte und demselben Grad der Zerkleinerung unter ganz gleichen Bedingungen untersucht. Ergab nun das Filtrat des ersten Quantums keine Zuckerreaktion mehr, so konnte man sicher sein, auch in dem zweiten Quantum den gesamten Zuckergehalt der Kartoffeln zu haben. Dieses Quantum wurde dann zur Zuckerbestimmung benutzt, nachdem

man sich noch überzeugt hatte, dass der Filterrückstand keinen Zucker mehr enthielt.

Auch bei der Untersuchung der festen Nahrungsmittel wurden jedesmal drei Proben gemacht und aus ihnen das arithmetische Mittel gezogen. Auf diese Weise wurde der Zuckergehalt folgender Nahrungsmittel bestimmt:

Kartoffeln roh	2,876* — 2,634%
Kartoffeln gekocht	2,037* — 1,873%
Möhren	7,21%*
Apfelsinenschalen	14,57%*
Citronenschalen	18,96%*
Citrone ohne Schale	3,133%
Apfelsine ohne Schale	24,64* —22,976%
Birnen	14,259%*—16,375%
Äpfel	12,153*—14,919%
Pflaumen	4,17%
Datteln	64,27% —58,84%.

III.

Untersuchung verschiedener Mehle und Brodarten auf Stärke und Dextringehalt.

Etwas schwieriger und umständlicher gestaltet sich der Gang der Untersuchung der Mehle und Brodsorten auf Stärke und Dextrin durch die Notwendigkeit, erst Stärke und Dextrin in Zucker umwandeln zu müssen.

Es wäre nun am idealsten gewesen, zur Umwandlung dieser Kohlehydrate in Zucker diejenigen chemischen Fermente zu verwenden, die auch im lebenden Organismus diese Umwandlung besorgen, und Schreiber dieses versuchte zunächst vermittelst des „Pancreatins“ die Umwandlung von Stärke und Dextrin herbeizuführen und aus dem gefundenen Traubenzucker den Gehalt an Stärke und Dextrin zu berechnen. Doch führten diese Versuche aus verschiedenen Gründen nicht zum gewünschten Resultate. Einmal ist das Pancreatin, wie man es aus den chemischen Fabriken bezieht, ein Präparat, welches immer noch selbst eine gewisse Menge von Traubenzucker enthält; man muss also zunächst den Zuckergehalt des Pancreatins selbst bestimmen und

nachher in Abrechnung bringen. Ferner erhält man bei der Umwandlung der Stärke nicht sofort Dextrose, sondern die um ein H_2O-Molekül ärmere Maltose, und auch dieser Umstand erschwert sehr die Zuckerbestimmung. Es ergab sich also die Notwendigkeit eine andere, leichtere Methode zu suchen, die bei gleicher Güte auf weniger umständlichem Wege zum Ziele führt: Die gewählte Methode beruht auf der Thatsache, dass Stärke und Dextrin beim Kochen mit verdünnten Säuren in Dextrose übergeführt werden, und zwar entsprechen nach „Fresenius“ 100 Teile Traubenzucker etwa 90 Teilen Stärke.

In Fresenius: „Analytische Chemie“ giebt R. Sachse folgende Vorschrift: „Erhitze 2,5—3,0 Stärkemehl in einem Kolben mit 200 ccm destillierten Wassers und 20 ccm Salzsäure von $1,_{125}$ spec. Gewicht drei Stunden lang in lebhaft kochendem Wasserbade. Die Umwandlung ist dann eine vollkommene, d. h. keine Abänderung des Verhältnisses, das zwischen Wasser, Säure, Zeit und Wärme besteht, vermag aus dem bestimmten Gewichte Stärkemehl mehr Traubenzucker zu erzeugen, als bei Einhaltung obiger Regeln erzeugt wird. Nach beendigter Erhitzung filtriert man, neutralisiert fast vollständig mit Natronlauge, verdünnt auf 500 cbcm nnd bestimmt die Dextrose. Nach dieser Vorschrift wurden folgende Mehle untersucht:

Roggenmehl, Griesmehl, Weizenmehl, Gerstenmehl, Hafermehl und Maismehl.

Die Mehle wurden zunächst 24 Stunden bei einer Temperatur von 38° Celsius im Brütofen getrocknet und dann jedesmal drei Gramm mit 200 Gramm destilliertem Wasser und 20 cbcm Salzsäure von $1,_{125}$ spezifischem Gewicht verarbeitet. Nach dreistündigem Kochen, bei dem das verdampfende Wasser immer wieder ersetzt wurde, ergab eine Reaktion auf etwa noch vorhandene Stärke mit der Lugolschen Jodlösung: (Jod 1,0 Kal. jodati 2,0 Aqu. dest. 100,0) ein negatives Resultat. Es war also die ganze Stärke in Traubenzucker übergeführt. Die Lösung wurde filtriert, mit Kalilauge neutralisiert und die Dextrose wieder nach der oben angegebenen Methode I. bestimmt.

Da nun die angegebenen Mehle sämtlich an und für sich zuckerhaltig sind, so muss man naturgemäss vorher den Gehalt an Zucker bestimmen und diesen dann von der nachher gefundenen Menge abziehen.

Auf diese Weise ergab sich folgender Zucker- beziehungsweise Stärke- (und Dextrin-)Gehalt:

Roggenmehl	enthält	1,885%	Zucker und	60,76%	Stärke
Griesmehl	„	2,5%	„ „	63,45%	„
Weizenmehl	„	3,82%	„ „	65,36%	„
Gerstenmehl	„	5,45%	„ „	59,16%	„
Hafermehl	„	3,76%	„ „	63,52%	„
Maismehl	„	4,29%	„ „	60,92%	„

Auf die gleiche Art kann man auch den Gehalt an für den an Diabetes mellitus leidenden Kranken schädlichen Kohlehydraten in den verschiedenen Brodsorten bestimmen. Da dies ja Zucker, Stärke und Dextrin sind, so braucht sich auch die Untersuchung nur auf diese drei zu beschränken, und die unter III. angegebene Methode hat den Vorteil, diese 3 Kohlehydrate in ihrer Gesamtmenge durch eine einzige Untersuchung bestimmen zu können, sodass man von einer bestimmten Brodsorte sagen kann, sie enthält so und soviel Prozent an Stoffen, die im Organismus des Diabetikers nicht umgesetzt werden können. Der Zuckergehalt der Brodsorte wird durch die Methode nicht verändert, das Dextrin wird in Dextrose und die Stärke in Dextrin und dann in Dextrose umgewandelt. Einen Nachteil hat die Methode insofern, als auch die in wechselnder Menge in jeder Brodart vorhandene Cellulose bei längerer Einwirkung von nicht zu sehr verdünnter Säure in Dextrose übergeführt wird. Doch ist dieser Nachteil aus mehreren Gründen für die vorliegenden Untersuchungen belanglos, weil erstens zur Umwandlung der Cellulose in Traubenzucker eine bedeutend stärkere Konzentration der Säure und längere Zeitdauer des Kochens erforderlich sind, wie oben angegeben; und es zweitens bei einiger Aufmerksamkeit sehr wohl möglich ist, den richtigen Zeitpunkt zu erfassen, in dem der Umwandlungsprozess von Stärke und Dextrin vollendet ist. Sobald die oben angegebene Probe mit der Lugolschen Jodlösung auf Stärke negativ ausfällt, hört man mit dem Kochen auf. Übrigens kennt man den Cellulosegehalt der kleienreichen Brode, und auf diese kommt es ja meist an, ziemlich genau und kann ihn eventuell in Abzug bringen, wenn man solange kocht, bis auch die Cellulose ganz in Dextrose übergeführt ist. So giebt „Koenig“ den Cellulosegehalt des Kommisbrodes auf 1,51% und den des Pumpernickels auf 3% an.

Die Untersuchung der kleienarmen Brode auf Stärke und Dextringehalt giebt vermittelst der angegebenen Methode ziemlich sichere Resultate, da in ihnen nur wenig Cellulose ist und davon auch nur sehr wenig in Zucker verwandelt wird.

Untersucht wurde: Kommisbrod (hiesiges), Grahambrod, Schwarzbrod, Weissbrod, Römisches Brod, Erlanger Kipfbrod, Pumpernickel (Scholl), Thee Cakes und Diabetes-Mandelbrod.

Folgende Resultate an Zucker, sowie Stärke plus Dextrin wurden gefunden:

Kommisbrod	1,758%	Zucker;	46,36%	Stärke	und	Dextrin
Grahambrod	1,805%	„	21,76%	„	„	„
Schwarzbrod	2,514%	„	45,33%	„	„	„
Weissbrod	2,538%	„	48,69%	„	„	„
Römisches Brod	3,224%	„	42,93%	„	„	„
Erlanger Kipfbrod	3,696%	„	54,29%	„	„	„
Pumpernickel	13,559%	„	41,87%	„	„	„
Thee Cackes	4,532%	„	38,64%	„	„	„
Diabetes Mandelbrod	1,494%	„	8,51%	„	„	„

Zum Schlusse sei es mir vergönnt, meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Professor Dr. Fleischer, für die gütige Überlassung des Themas, sowie Herrn Professor Dr. Fr. Penzoldt für die Übernahme des Referates den innigsten Dank auszusprechen.

Litteratur.

„Über den Zuckergehalt der vorwiegend zur Brodfabrikation verendeten Mehle, sowie der aus ihnen dargestellten Backwaren.“ Inauguralissertation von L. Lewinski. Erlangen 1895.

„Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel.“ Von Dr. J. Koenig. erlin; Verlag von Jul. Springer. 1880.

„Analytische Chemie.“ Von R. Fresenius.

„Real-Encyclopädie der gesamten Heilkunde.“ Von Professor Dr. lbert Eulenburg. Wien und Leipzig; — Urban und Schwarzenberg. 894.